

Biologisk mångfald på gröna väggar och gröna tak

– Ökad konnektivitet via gröna korridorer i urbana miljöer

Erik Hallgren



Biologisk mångfald på gröna väggar och gröna tak

Ökad konnektivitet via gröna korridorer i urbana miljöer

Biodiversity on green roofs and green walls

Increasing connectivity via green corridors in urban environments

Erik Hallgren

Handledare: Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Frida Andreasson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt i arbete i landskapsarkitektur

Kurskod: EX0841

Program: Landskapsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: New York City High Line av U.S. Department of Agriculture (CC BY 2.0)

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Gröna väggar, gröna tak, gröna korridorer, konnektivitet, biologisk mångfald, biodiversitet.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

SAMMANFATTNING

Avsikten med det här arbetet är att undersöka om gröna tak och gröna väggar kan fungera som gröna korridorer i urbana miljöer och därmed öka konnektiviteten mellan habitat. Då naturliga habitat förstörs och fragmenteras när våra städer och infrastruktur breder ut sig blir det viktigt att försöka finna nya vägar för att främja den biologiska mångfalden som är under hot.

Svar på frågeställningarna: *hur väl kan gröna väggar och gröna tak fungera som gröna korridorer?* och *vilka evertetrater och fåglar kan kopplas till gröna väggar och gröna tak?* nås genom en litteraturstudie av vetenskapliga skrifter. Forskning och exempel på fåglar och evertetrater på gröna tak/väggar lyfts fram men även insatser som skulle kunna främja den biologiska mångfalden.

Litteraturstudien visar att både gröna tak och väggar fungerar som habitat för evertetrater och fåglar men att det behövs mer forskning inom ämnet; framförallt kring gröna väggar där endast ett fåtal relevanta vetenskapliga artiklar går att finna. Enbart ett forskningsprojekt försökte direkt undersöka hur konnektivitet är kopplat till gröna tak och där visade det sig att artsammansättningen i populationer med hög mobilitet främst formas av konnektivitet. Denna uppsats ställer sig därmed positiv till gröna väggars och taks möjlighet att fungera som habitat och/eller grön korridor. Dessutom belyser uppsatsen komplexiteten i att designa och anlägga dessa miljöer med hänsyn till biologisk mångfald och lyfter fram behovet av specifika mål och riktade åtgärder, vilket beror på vilken flora eller fauna som ska främjas.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to investigate whether green roofs and green walls can function as green corridors in urban environments and thereby increase the connectivity between habitats. Natural habitats are destroyed and fragmented as our cities and infrastructure grow, which makes it important to try to find new ways to promote threatened biodiversity.

Answers to the issues: *how well can green walls and green roofs serve as green corridors in urban environments?* and *which invertebrates and birds can be linked to them?* is achieved through a literature study of scientific writings. Research and examples of birds and invertebrates on green roofs / walls are emphasized but also efforts that could promote biodiversity.

The literature study shows that both green roofs and walls serve as habitats for invertebrates and birds, but that more research is needed in the subject; especially on green walls where only a few relevant scientific articles can be found. One research project attempted to directly investigate how connectivity is linked to green roofs and it showed that the species composition in populations with high mobility is mainly formed by connectivity. This essay is therefore positive for the possibility of green walls and roofs as a habitat and / or green corridor. Furthermore, the paper emphasizes the complexity of designing and constructing these environments with respect to biodiversity and highlights the need for specific goals and targeted measures, which depends on the flora or fauna to be promoted.

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.1.1	Biologisk mångfald.....	1
1.1.2	Gröna korridorer.....	2
1.2	Syfte & frågeställning	6
1.3	Avgränsning.....	6
1.4	Metod.....	7
2	Litteraturstudie	7
2.1	Gröna väggar	7
2.1.1	Gröna väggars konstruktion	8
2.1.2	Fåglar på gröna väggar	10
2.1.3	Evertebrater på gröna väggar	11
2.2	Gröna tak.....	11
2.2.1	Gröna taks konstruktion.....	12
2.2.2	Fåglar på gröna tak	14
2.2.3	Evertebrater på gröna tak	15
2.3	Insatser för att främja biologisk mångfald	17
3	Diskussion.....	19
3.1	Metoddiskussion	21
3.2	Slutsatser.....	22
4	Källor	23
5	Figurförteckning.....	25

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

I takt med att städerna växer till följd av urbanisering och befolkningstillväxt måste ny mark tas i anspråk av människan och antalet boende i städer förväntas fördubblas fram till år 2050 (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2012). Byggandet av bostäder och infrastruktur medför att ursprungliga habitat går förlorade och fragmenteras av bebyggelse vilket är ett hot mot biologisk mångfald (Hilty, Lidicker Jr & Merenlender, 2012). Samtidigt utmanas konventionellt byggande av hoten från klimatförändringar vilket har ökat intresset för grön infrastruktur, bland annat gröna tak och gröna väggar, som en lösning på att bygga hållbara städer (Dover, 2015). Förhoppningen med denna uppsats är att undersöka huruvida gröna tak och gröna väggar även kan främja den biologiska mångfalden genom att bilda gröna korridorer och därmed öka konnektiviteten mellan de habitat som fragmenterats.

1.1.1 Biologisk mångfald

Biologisk mångfald, eller biodiversitet som det också benämns, betyder i bred mening variation i allt levande, både i dess komposition, struktur och funktion (Savard, Clergeau & Mennechez, 2000). En hög biologisk mångfald är alltså en stor variation inom till exempel en art. Det är ett brett begrepp och innefattar inte bara en variation mellan individer och populationer av samma art utan även mellan arter, biotoper och ekosystem (Persson & Smith, 2014). Dessa ekosystem är inte bara viktiga för djur och växter inom systemet utan även för människor då de utför diverse ekosystemstjänster (ibid).

Enligt Persson och Smith (2014) har ett ekosystem med hög biologisk mångfald bättre förutsättningar att stå emot störningar (till exempel klimatförändring, utsläpp, sjukdom och översvämningar) än ett system med låg biodiversitet. Detta beror på att hög biologisk mångfald i ett ekosystem ger systemet högre responsdiversitet, vilket beror på att olika arter har olika reaktioner på diverse störningar. Persson och Smith (2014) menar att detta ökar chanserna för ett ekosystem att bibehålla eller få tillbaka sina funktioner efter störning, vilket benämns som ekologisk resiliens. Förklaringen ligger i att fler arter på fler platser ger ökade chanser för individer att överleva störningen och därefter återpopulera så att viktiga ekosystemsprocesser kan överleva över tid.

Om vi fokuserar på urban biologisk mångfald så har de ursprungliga naturtyperna blivit ersatta av hårdgjorda material och konstgjorda gröna miljöer såsom parker, trädgårdar, vägrenar och gröna tak (Persson & Smith, 2014). Alla dessa av människan byggda miljöer

fragmenterar tidigare naturliga habitat vilket ofta minskar den biologiska mångfalden. Samtidigt har de en kapacitet att fungera som nya habitat med andra förutsättningar trots att de ofta är mindre och utsatta för fler störningar. Persson och Smith (2014) beskriver den urbana miljön som ett filter där endast vissa släpps in men där somliga arter till och med är bättre anpassade. Arters framgång beror på vilka krav de har på sin miljö samt deras förmåga att anpassa sig och ofta rör det sig om planterade exotiska arter som sprider sig. Denna brytning med omgivande och för platsen ursprungliga habitat menar Persson och Smith (2014) leder till att städers biologiska mångfald ofta mer liknar andra städers än omgivningens.

Persson och Smith (2014) ger en sammanfattning av de vanligaste argumenten till varför det är viktigt att bevara biologisk mångfald:

- i. *Etiska och moraliska skäl*. Dessa skäl kan motiveras som att vi människor är skyldiga att förvalta jordens resurser på ett hållbart sätt för kommande generationer samt att människan inte har rätt att utrota andra arter.
- ii. *Kulturella, estetiska och utbildningssyften*. Dessa anledningar blir extra viktiga i urbana miljöer då många människor inte lämnar staden för att uppleva naturen och därmed går miste om uppskattning och förståelse för naturen.
- iii. *Ekosystemstjänster och god miljö (nyttoaspekter)*, rör sig om hälso- och miljöaspekter som exempelvis luftrening, bullerdämpning och temperaturreglering.
- iv. *Säkerställa framtida ekosystemstjänster även under klimatförändring* kopplas till konceptet ekologisk resiliens som beskrivs ovan. En hög biologisk mångfald är ett sett att se till att ekosystemstjänsterna från föregående punkt kommer fungera även i framtiden.

1.1.2 Gröna korridorer

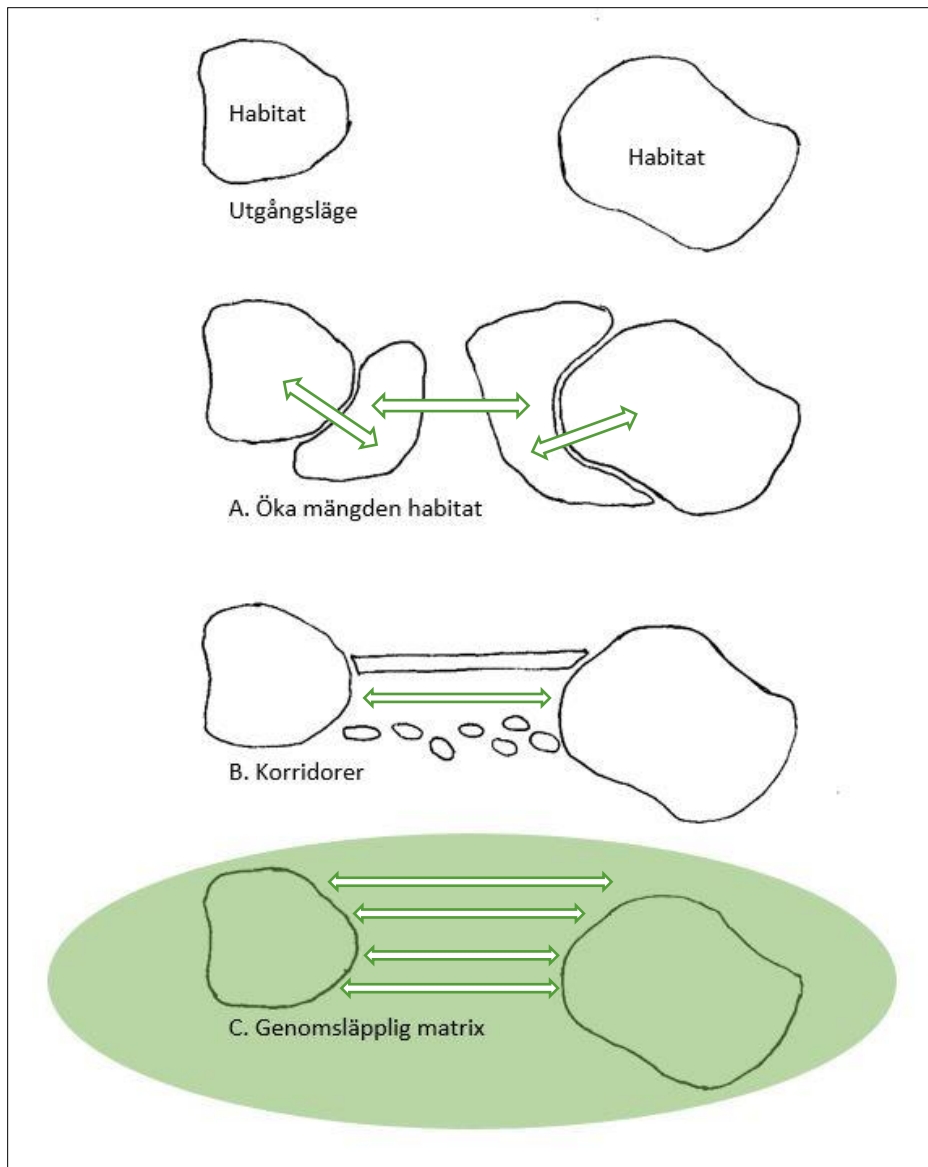
Gröna korridorer är ett koncept som avser att länka samman, i andra ord skapa konnektivitet, mellan habitat som fragmenterats. Detta för att populationer av djur och växter ska kunna tillgodogöra sig alla sina behov. Figur 1 visar en korridor i Singapore som binder samman två regnskogar som fragmenterats av en motorväg. Gröna korridorer kallas även för *gröna stråk* i Sverige (Malmö Stad, 2001) och på engelska går konceptet under flera synonyma namn, till exempel *green corridor*, *wildlife corridor*, *habitat corridor*, *ecological corridor/structure*, *greenways* och *greenbelts* (Hilty, Lidicker Jr & Merenlender, 2012). Tankar kring gröna korridorer började formas i slutet av 1960-talet efter att en bok vid namn *The Theory of Island Biogeography* av Robert MacArthur och Edward O. Wilson utkom 1967. Boken undersökte

faktiska öar (liknas vid fragmenterade habitat) och hur deras storlek samt avstånd till fastlandet påverkade hur många arter samt antal inom samma art de rymde. Ö-teorin är en dynamisk modell där artrikedomen beror på utdöende (kopplat till arean på habitatet) och nykolonisation (kopplat till avståndet till fastlandet) (ibid.).



Figur 1. Denna motorväg i Singapore med åtta filer har delat regnskogen i två delar i nära 30 år. På bilden syns en nyanlagd grön korridor som förhoppningsvis kommer knyta samman regnskogen. Foto: Benjamin P. Y-H. Lee.

Det har under åren gjorts flera försök att definiera vad en grön korridor är och denna rapport kommer utgå från den definition som Hilty, Lidicker Jr och Merenlender (2012, s. 90) ger: *"... we defined corridors as any space identifiable by species using it that facilitates the movement of animals or plants over time between two or more patches of otherwise disjunct habitat"*. För att förtydliga och översätta de viktigaste aspekterna i definitionen så är en korridor ett utrymme som djur och växter kan identifiera och använda för att förflytta sig mellan habitat som annars är åtskilda. Detta synsätt på vad en korridor är har valts på två grunder. För det första för att det tydligt skiljer sig från begreppet konnektivitet. Konnektivitet beskriver istället i vilken utsträckning arter och populationer har möjlighet att förflytta sig i ett fragmenterat landskap. En korridor är alltså ett sätt för att uppnå ökad konnektivitet (se figur 2 för olika vägar att nå ökad konnektivitet). För det andra tillåter definitionen en bredare tolkning av formen på en korridor till skillnad från flera andra definitioner som ser dem som linjära sträckor mellan habitat.

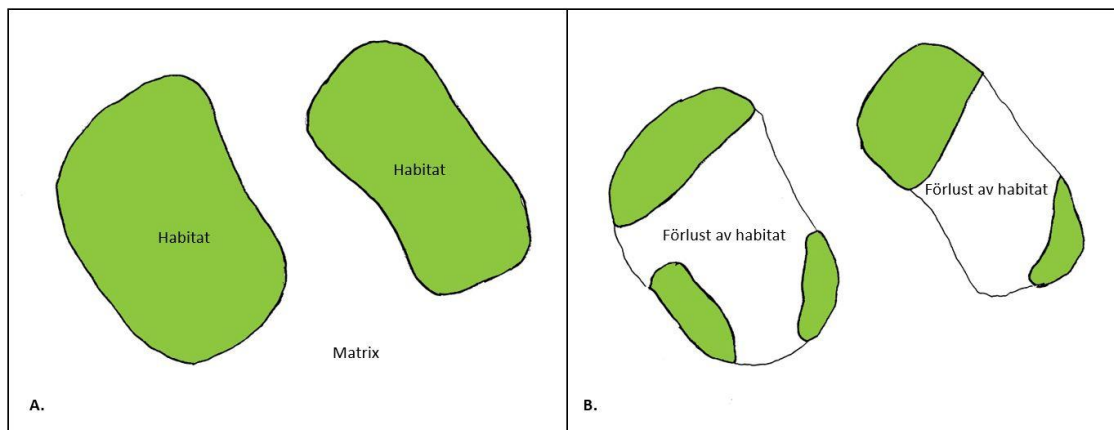


Figur 2. Sätt för att nå ökad konnektivitet: A) genom att öka mängden habitat minskar även avstånden mellan dem, B) arter kan förflytta sig via korridorer och C) förändringar i matrixen, exempelvis luftfuktighet eller temperatur, kan underlätta för arter att förflytta sig (Persson & Smith, 2014). Figur: Erik Hallgren, inspiration från Persson och Smith (2014).

Förändringar i markanvändning (som leder till förlust och fragmentering av habitat, se figur

3) har fått mindre uppmärksamhet än andra hot mot vår natur, som till exempel

klimatförändring eller vatten- och luftföroreningar. Detta trots att många forskare menar på att det är det största hotet mot vår biologiska mångfald samt den främsta anledningen till att arter dör ut (Hilty, Lidicker Jr & Merenlender, 2012). De habitat som lämnas kvar efter människans framfart är ofta för små för att försörja tillräckligt stora populationer för att arten ska kunna överleva över tid (ibid.). Målet med korridorer är alltså att utöka ett habitat via sammankoppling med minst ett annat. Samtidigt kan korridoren i sig själv verka som habitat, alltså mer än bara ett verktyg för konnektivitet, och därmed möjliggöra för fler individer inom en art att frodas (ibid.).



Figur 3. Förlust och fragmentering av habitat: A) illustrerar två stora och sammanhängande habitat för en given art, B) visar samma område efter förändring vilket resulterat både i förlust och fragmentering av habitat (Persson & Smith, 2014). Figur: Erik Hallgren, inspiration från Persson och Smith (2014).

För att förstå korridorers sammanhang är det viktigt att även beakta habitat och matrix.

Habitat, även kallat livsmiljöområde, beskriver en miljö där en art kan existera (Persson & Smith, 2014). En park eller en skog kan innehålla flera olika habitat för olika arter. Ju större detta område är desto fler olika livsmiljöer och resurser kan rymmas vilket leder till högre biologisk mångfald (ibid.). Matrixen är det samma som omgivningen. Vad som räknas och inte räknas till matrix beror helt på vilka populationer och samhällen som är under luppen. Det som är matrix för en art skulle kunna vara en annan arts naturliga habitat, och vice versa (Hilty, Lidicker Jr & Merenlender, 2012). Matrixen kan vara mer eller mindre genomsläpplig för arter att röra sig i, från ett habitat till ett annat. I en genomsläpplig matrix är det endast avståndet mellan habitaterna som utgör svårigheten medan en annan matrix kan bestå av helt ogenomträngliga element. Men om vi åter avgränsar oss till urbana miljöer består dock matrixen nästan alltid av det människan byggt (infrastruktur och byggnader), vilket dessutom är själva anledningen till att habitat gått förlorade och fragmenterats från början (ibid.).

Olika habitat kan ha olika kvalitet vilket kan leda till en effekt som kallas källa-sänka-dynamik. Detta uppstår när ett visst habitat är av så låg kvalitet att populationer inte kan föröka sig i samma takt som de dör ut (sänka) vilket leder till att populationen skulle försvinna med tiden (Persson & Smith, 2014). Andra närliggande habitat av högre kvalitet (källa) fyller dock på dessa populationer. Om dessa källor däremot försämras eller förstörs kommer det inte bara påverka dess flora och fauna utan även sänkorna som de har försörjt. I extrema fall riskerar dessa habitat av låg kvalitet bilda så kallade ekologiska fällor. Detta uppstår när sänkorna verkar bra, vilket får populationer att flytta dit, vilket utarmar kringliggande habitat. Individerna dör sedan ut på grund utav predatorer eller att habitatet inte kan uppfylla alla dess krav (ibid.).

1.2 SYFTE & FRÅGESTÄLLNING

Syftet med denna uppsats är att ge en förståelse för hur gröna korridorer och konnektivitet fungerar i urbana miljöer. Förhoppningen är att litteraturstudien ska ge en god överblick kring aktuell forskning i frågor rörande gröna väggars och taks förmåga att fungera som korridor och/eller habitat för att främja biologisk mångfald. I uppsatsen ämnar författaren besvara följande frågeställningar:

- Hur väl kan gröna väggar och gröna tak fungera som grön korridor i urbana miljöer och därmed främja biologisk mångfald?
- Vilka evertebrater och fåglar kan kopplas till gröna väggar och gröna tak och hur påverkar utformningen detta?

1.3 AVGRÄNSNING

Det finns mycket forskning att fördjupa sig i kring gröna väggars och taks bidrag i form av ekosystemtjänster men denna uppsats kommer fokusera mer konkret på deras potential att rymma biologisk mångfald. Gröna korridorer och konnektivitet är breda begrepp (används även mellan kontinenter) och denna rapport avgränsar sin spatiala skala till dess funktion i urbana miljöer.

Biologisk mångfald innefattar både en variation av flora och fauna men denna uppsats fokuserar främst på den sistnämnda. Gröna väggar och tak är i de allra flesta fall medvetet skapade av människan där vegetationen och dess variation bestäms efter platsens egenskaper och önskat resultat. Detta gör just floran till en något tvetydlig variabel att undersöka som mått på biologisk mångfald i urbana miljöer. Olika konstruktioner av gröna väggar och tak sätter olika begränsningar på vilken typ av vegetation som kan växa där men att säga att en stad har hög biologisk mångfald på grund utav att det har planterats många olika sorters växter i dessa miljöer är att ta väldigt lätt på uppgiften. Fokus i uppsatsen ligger därför på att undersöka vilken typ av fauna, mer specifikt evertebrater (ryggradslösa djur) och fåglar, som dessa konstruktioner kan locka till sig istället för att lista olika arter av flora som går att plantera. Dock kommer dess förmåga att locka till sig fauna bland annat bero på vilken flora som växer där vilket leder till en viss närvaro av flora också i denna uppsats. Denna avgränsning är också kopplad till idén om gröna tak/väggar som korridorer, det vill säga ett medium för arter att förflytta sig mellan habitat. Det vill säga en plantering som är helt styrd av människan som sköter den intensivt kommer inte kunna fungera som korridor för flora då plockas bort. En friare plantering skulle däremot kunna fungera som korridor även för flora.

1.4 METOD

För att besvara frågeställningarna har en litteraturstudie av vetenskapliga skrifter (såsom böcker, rapporter och artiklar) utförts och resultatet analyserats. Merparten av litteraturen har varit på engelska och översättning av nyckelbegrepp har gjorts efter bästa förmåga samt hjälp från handledare för att samspela med den svenska litteraturen inom området.

De böcker som utgör grunden för litteraturstudien fanns tillgängliga antingen på SLUs bibliotek i Alnarp eller digitalt via SLUs söktjänst Primo. Artiklar och rapporter har hämtats via databaserna SLU Primo och Google Scholar. Bland de viktigaste sökorden finner vi: *green corridor* (grön korridor), *connectivity* (konnektivitet), *green roofs* (gröna tak) och *green walls* (gröna väggar) vilka kombinerats med begrepp som *biodiversity* (biodiversitet/biologisk mångfald), *ecology* (ekologi) och *ecosystems* (ekosystem). Inspiration till fördjupning i ytterligare litteratur har kommit från en källanalis av de arbeten som kunde hittas via sökorden ovan.

2 LITTERATURSTUDIE

2.1 GRÖNA VÄGGAR

Det har sedan en tid tillbaka varit populärt att i städer introducera gröna väggar då de kan vara intressanta för urbana miljöer av många anledningar. Vissa städer i Tyskland, vilket räknas som ett föregångsland på området, har jobbat aktivt sedan 1970-talet för att myndighetsbyggnader ska utrustas med gröna väggar samt delat ut bidrag och underlättat nyanläggning för privatpersoner och företag (Köhler, 2008). Gröna väggar är dock inget nytt påfund eller något som nödvändigtvis kräver människans inblandning. Vinrankor växte längs fasader redan för tvåtusen år sedan runt medelhavet (Köhler, 2008) och den flora som naturligt klättrar uppför träd eller som växer på klippväggar påträffas även på väggar (Dover, 2015). Det passar dock inte alla växter och även om moderna växtsystem underlättar för dem är väggar en svår och utsatt miljö att växa på (Peck *et al.*, 1999).

I jämförelse med gröna tak finns det högre estetiska möjligheter för gröna väggar då de kan observeras av fler människor från marknivå. Dessutom finns det beräkningar som pekar på att väggarna i en stad har 4-20 gånger större yta än taken (Peck *et al.*, 1999). Således utgör väggar i städer en stor resurs för plantering om beslutsfattarna så önskar. Till skillnad från gröna tak är det dessutom enklare att introducera gröna väggar på befintliga byggnader (Dover, 2015). Detta beror troligtvis på att de inte har samma krav på en överbyggnad som

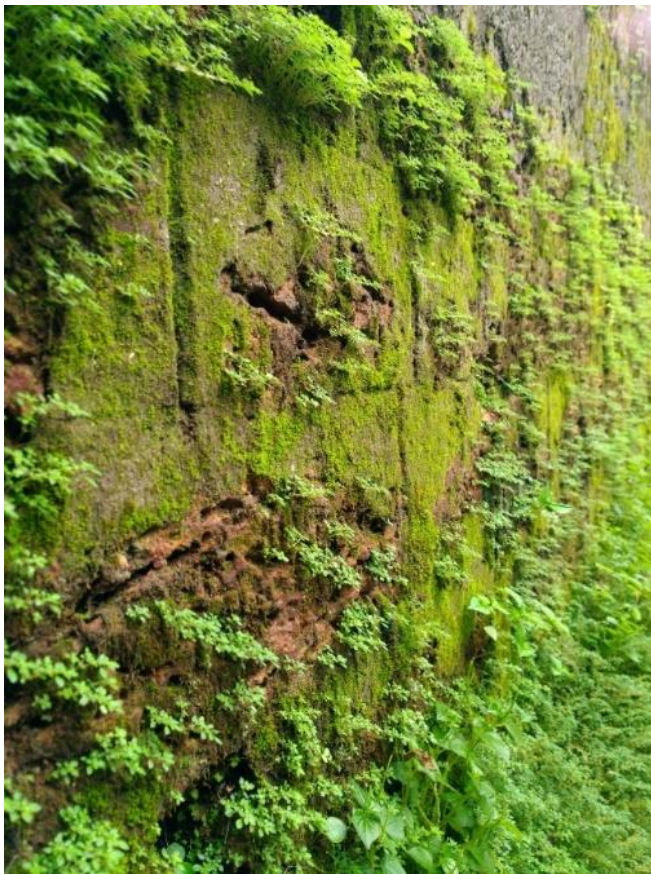
belastar på konstruktionen utan kan växa från marknivå, antingen direkt upp mot väggen eller via diverse växtsystem.

Nedan presenteras olika typer av konstruktioner av gröna väggar med exempel på vilken typ av vegetation som kan växa där. I del 2.1.2 och 2.1.3 sammanställs forskning rörande vilka arter av fåglar och evertebrater som gröna väggar kan rymma.

2.1.1 Gröna väggars konstruktion

Det finns en mängd olika konstruktioner vilka kan räknas till gröna väggar och de kan kategoriseras på olika sätt. Det löper från billiga och naturliga lösningar till tekniskt avancerade och kostsamma system. Dover (2015) med flera delar in gröna väggar i tre grupper: direkta, indirekta och fristående gröna väggar. Direkta gröna väggar växer direkt mot väggen och kan bestå antingen av:

- Flora som växer direkt på väggen eller som rotat sig i sprickor som uppstått (Dover, 2015). Se figur 4.
- Flora som klättrar uppför väggen men som växer ur marken (Dover, 2015).



Figur 4. På bilden syns både flora som växer direkt på väggen samt större växter som rotat sig i sprickor. Foto: Kokul Jose.

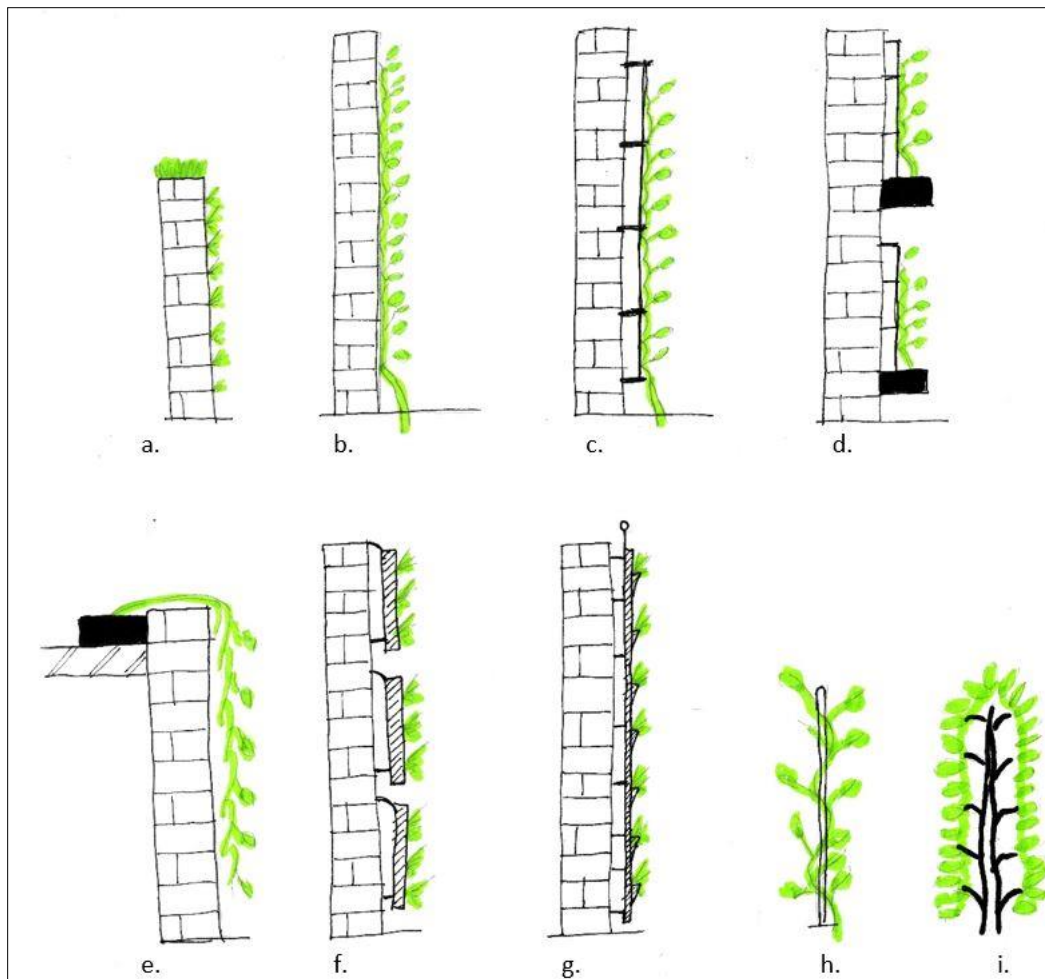
Indirekta väggar är något mer raffinerade, växer vertikalt men utanför väggen och finns i många olika varianter:

- ”Gröna fasader” kan vara rotade antingen i marken eller i planteringskärl. Växterna växer uppåt via stöd eller hänger ner över väggen från planteringskärl på tak alternativt balkong (Dover, 2015). (Termen kan vara något missvisande då den även används för gröna väggar i allmänhet).
- Levande vägg, modul – består av fickor eller boxar med jord eller annat växtsubstrat som staplas på höjden. Växterna får vatten via bevattningssystem tillsammans med extra näring (Dover, 2015). Se figur 5.
- Levande vägg, matta – där växterna rotar sig i en filt-lik matta och försörjs hydroponiskt (Dover, 2015).



Figur 5. Nyanlagd grön vägg av modulsystem på ett köpcenter i Claye-Souilly. Foto: Manuguf.

Fristående väggar kan vara någon av ovanstående indirekta konstruktion om de används som ensamma element men även häckplanteringar skulle kunna räknas till denna kategori (Dover, 2015). Dessa väggar har den fördelen att de tar upp väldigt liten plats på marken. Figur 6 illustrerar hur de ovanstående konstruktionerna kan se ut.



Figur 6. Olika typer av gröna väggar: a. och b. räknas som direkta gröna väggar. c., d. och e. är gröna fasader. f. visar ett modulsystem för levande väggar och g. en mattkonstruktion där rötterna rotar sig i en filt-lik matta. h. och i. illustrerar friväxande gröna väggar. Figur: Erik Hallgren, inspiration från Dover (2015).

2.1.2 Fåglar på gröna väggar

Gröna väggar bidrar med fysiska resurser som en skyddad plats för fåglar och i vissa fall även värme (Dover, 2015) men kan även vara en plats med föda i form av bär och insekter (Jacobs *et al.*, 2010). Det finns tyvärr inte mycket forskning kring hur gröna väggar fungerar som habitat eller korridorer för fåglar men de rapporter som finns med observationer kan dock användas som en fingervisning på vilken potential gröna väggar skulle kunna ha.

Dover (2015) lyfter fram en rapport av Chiquet, Dover och Mitchell (2013) där författarna jämförde förekomsten av fåglar på gröna väggar med vanliga väggar. De fann sammanlagt nio fågelarter där observationer gjordes av fåglar på gröna väggar och vegetationen runt dem men aldrig på nakna väggar eller dess närliggande vegetation. Enda gången de observerade fåglar kring nakna väggar var på dess krön eller tak. Undersökningen gjordes både på vinter- och sommartid och störst skillnad i fågelobservationer mellan gröna och nakna väggar var på vintern då det är svårare för fåglar att finna skydd (Dover, 2015).

2.1.3 Evertebrater på gröna väggar

I likhet med föregående stycke finns det mycket kvar att önska i form av litteratur kring evertebrater på gröna väggar. Ett fåtal rapporter och observationer har gjorts och gröna väggar kan fungera som ett alternativt habitat åt lokala evertebrater men även rymma en del oväntade och exotiska arter (Dover, 2015). Hur gröna väggar används som habitat beror på vilka resurser de kan erbjuda och vad som krävs av evertebraterna. De skulle kunna erbjuda bland annat habitat för fortplantning, föda (i form av andra evertebrater samt dött eller levande växtmaterial, nektar, pollen etc.), ytor för termoreglering och skydd för övervintring (ibid.).

I ett försök att mäta den effektivaste pollineraren av murgröna (*Hedera helix*) fann Jacobs et al. (2010) flera olika arter av honungsbin, humlor, getingar, blomflugor och rovflugor på gröna väggar. Författarna menar att getingar är den effektivaste pollineraren och att *Hedera helix* är en viktig källa av nektar då de blommar sent på året när bin och humlor minskar i antal medan getingar producerar nya arbetare och drottningar vilket ökar deras behov av nektar (Jacobs et al., 2010). I Dover (2015) listas ett antal arter från inventeringar som gjorts på gröna väggar där även arter av spindlar och skalbaggar finns med.

2.2 GRÖNA TAK

Intresset för gröna tak är idag stort och de tillskrivs en mängd positiva attribut. Bland annat anläggs de för att minska andelen hårdgjorda ytor i städer, något som exempelvis påverkar hur mycket vatten som måste ledas bort på traditionell väg via avlopp samt reducerar effekterna av urbana värmeöar (Dover, 2015). Då forskning visar på att tak står för mellan 20-40% (Akbari, Rose & Taha, 2003; Liptan & Strecker, 2003) av den totala ytan i en stad är det lätt att förstå vilken potential som finns och därmed också det höga intresset.

Gröna tak är dock långt ifrån en ny företeelse. Babylons hängande trädgårdar från 600-talet före Kristus räknas bland de första exemplen och det finns skriftliga källor från romartiden som beskriver deras användning av gröna tak (Dover, 2015). Även här i Norden, se figur 7, finns det traditioner långt tillbaka till vikingarna som använde gröna tak för att isolera mot kyla och vind (Peck et al., 1999). Strax före andra världskriget byggde Storbritannien gröna tak i stor skala för att dölja flyghangarer (Magill et al., 2011) och de båda kända arkitekterna Frank Lloyd Wright och Le Corbusier inkorporerade gröna tak i flera av sina designer (Peck et al., 1999). Dock har intresset och förekomsten av gröna tak i urbana miljöer ökat kraftigt sedan mitten av 1900-talet (Peck et al., 1999). Liknande åtgärder som beskrevs i avsnittet om

gröna väggar har förekommit både i Tyskland och Österrike för att främja dess förekomst och i vissa städer är det lag på att en del byggnader ska ha gröna tak (Peck *et al.*, 1999).



Figur 7. Gammal stuga med grönt tak i Lyngen, Norge. Foto: Simo Räsänen.

Gröna tak kan aldrig fullständigt ersätta naturliga habitat (Dover, 2015). Detta beror bland annat på de begränsningar som det tunna substratdjupet leder till när det gäller vilka habitat som kan återskapas (Grant *et al.*, 2003), den begränsade arean som ett individuellt tak upptar, höjden som förhindrar vissa arter att ta sig dit upp samt att tjockleken på substratet inte är tillräckligt djupt för vissa organismer som lever i jorden (Brenneisen, 2006). Dover (2015) menar dock att gröna tak fortfarande kan göra stora skillnader i att bevara biologisk mångfald samt öka konnektiviteten som en del av en korridor.

I likhet med avsnittet om gröna väggar följer härnäst en redogörelse av olika konstruktioner (se avsnitt 2.2.1) följt av en studie av forskningen kring fåglar och evertebrater på gröna tak i avsnitt 2.2.2 och 2.2.3.

2.2.1 Gröna taks konstruktion

Ett grönt tak kan enkelt beskrivas som ett tak med vegetation (antingen planterad eller naturligt förekommande). Till skillnad från växtbäddar på mark har gröna tak inte kontakt med grundvattnet (Pettersson Skog *et al.*, 2017). Dessutom har de ett totalt sett lägre luft- och vatteninnehåll till följd av den tunnare växtbädden (*ibid.*). Konstruktionen av gröna tak

varierar något mellan olika leverantörer och även i litteraturen. Vissa grundläggande aspekter går dock att utröna där rotspärr, dräneringslager, filter (geotextil) och växtsubstrat är essentiella (Dover, 2015; Sutton, 2015). Se figur 8.



Figur 8. Exempel på konstruktion från Alumasc. Foto: thingermejig.

Gröna tak finns i en mängd olika utföranden och de kan klassificeras på olika vis beroende på vad som ligger i fokus (till exempel skötselintensitet, djup på överbyggnad, typ av växtlighet etc.). Dover (2015) baserar sin klassificering (intensiva, semi-intensiva och extensiva) på de kategorier som används inom byggnadsindustrin och liknande system används av flera andra författare, se exempelvis Dunnnett och Kingsbury (2008) samt Oberndorfer *et al.* (2007). Skillnaden ligger främst i vilken skötselintensitet som kommer krävas (Dover, 2015). Dunnnett & Kingsbury (2008) kopplar även dessa klasser av gröna tak till föreslagna djup på växtsubstrat samt vilken typ av växtlighet de kan rymma. Nedan följer en beskrivning av dessa kategorier:

- *Intensiva gröna tak* har ett växtsubstrat med ett djup på 200-500+ mm (Dunnnett & Kingsbury, 2008). Dessa planteringar kan likna trädgårdar och parker till utseendet och anläggs vanligtvis på underjordiska parkeringshus som till exempel kan fungera som bostadsgårdar (Dover, 2015). Det tilltagna lagret växtsubstrat gör att växtligheten kan variera kraftigt från gräs, grönsaker, perenner och buskar till mindre träd (Dunnnett & Kingsbury, 2008).

- *Semi-intensiva gröna tak* har ett växtsubstrat på 100-200 mm (Dunnett & Kingsbury, 2008). De kan rymma gräs, annueller, torktåliga perenner - perenner med normala krav på fukt till mindre buskar (Dunnett & Kingsbury, 2008). Ibland benämns de som biotoptak men Dover (2015) med flera ser biotoptak som en egen underkategori (återkommer till dem senare i rapporten).
- *Extensiva gröna tak* har ett tunnare lager växtsubstrat på 20-80 mm (Dunnett & Kingsbury, 2008). Denna typ av tak benämns ofta som Sedumtak. De kräver inte mycket skötsel och kan rymma olika arter av *Sedum* och *Phedimus* samt mossor, gräs och andra små torktåliga växter (Dunnett & Kingsbury, 2008).
- *Biotoptak* baseras inte efter dess skötselnivå eller sitt substratdjup. Vid anläggning av biotoptak är målet att efterlikna diverse naturliga habitat för att på så sätt främja både flora och fauna. De kan antingen designas och planteras noga eller lämnas fria för kolonisation (Dover, 2015).

2.2.2 Fåglar på gröna tak

Bland ryggradsdjur är det främst fåglar som observeras på gröna tak (Dover, 2015) (i överlägsen stil dessutom). Detta av uppenbara skäl då många andra arter har svårt att ta sig upp där¹, vilket även nämnts tidigare i uppsatsen. Det finns flera arbeten som bekräftar gröna tak som häckningsplats för markhäckande fåglar. Grant *et al.* (2003) beskriver en undersökning gjord i Basel, Schweiz, som bland annat undersökte förekomsten av fåglar på gröna tak. 16 tak studerades där 1844 observationer av fåglar gjordes. Av dessa observationer rörde sig 1304 kring specifika aktiviteter. Aktiviteterna (i fallande ordning) klassificerades som: leta insekter, putsa fjädrarna, leta frö, leta material till boplats, övernatta och sjunga (Grant *et al.*, 2003). De fågelarter som besökte taken mest frekvent var klippduva, svart rödstjärt, sädesärla och gråsparv (*ibid.*). Undersökningen visade även att husens höjd inte hade någon märkbar effekt på förekomsten av fåglar (*ibid.*). Tyvärr framgår det inte i undersökningen vilken typ av flora eller konstruktion som de gröna taken hade.

Ytterligare forskning på gröna tak i Schweiz visar inte bara på förekomsten av fåglar utan även på att arter återkommer år efter år. Baumann (2006) undersökte tofsvipor (*Vanellus vanellus*) på gröna tak. Taken var främst extensiva med *Sedum* och 10-30% örtartade växter. Enligt rapporten återkom tofsvipor till taken över en period på 2-13 år beroende på takens ålder där de byggde bo och ruvade sina ägg. Äggen kläcktes men tyvärr överlevde ungarna

¹ Grant *et al.* (2003) skriver dock om en räv som brukar besöka ett grönt tak i London.

bara några dagar. Detta berodde antagligen på otillräcklig tillgång på mat och vatten (Baumann, 2006). Författaren menar att fåglar hittar till och försöker kolonisera gröna tak men att bristen på föda och skydd från rov potentiellt gör dessa habitat till ekologiska sänkor, vilket blir extra tydligt när det rör sig om borymmare (ungarna får tidigt eller direkt från födseln finna egen föda och vatten). I en senare studie av samma område gjordes förbättringar av habitatet i form av tillförsel av hö, fröer och torv (Baumann & Kasten, 2010). Detta förlängde ungarnas överlevnad från 4 till 13 dagar vilket författarna tillskriver den ökade biomassan (både i form av flora samt insekter).

2.2.3 Evertebrater på gröna tak

Evertebrater är vanligt förekommande på gröna tak och forskningen kring deras förekomst på gröna tak är mer omfattande än den kring fåglar (MacIvor & Ksiazek, 2015). De anses utföra en mängd viktiga ekosystemstjänster. Bland annat bidrar deras pollinering till växters reproduktion och är viktiga i de fall växtlighet planteras för att skördas, de hjälper till att bryta ned organiskt material så att näring återvänder till växtsubstratet och de utgör föda för spindlar och fåglar (ibid).

Generellt sett gäller att de arter som har flexibla krav på sina habitat och exempelvis kan byta sin föda från inhemska till mer exotiska resurser är mer framgångsrika på att kolonisera urbana miljöer och därmed även gröna tak (Savard, Clergeau & Mennechez, 2000). De når taken genom att klättra, flyga, med hjälp av vinden, via människor eller som passagerare på växter och substrat (MacIvor & Ksiazek, 2015). Vilka arter och hur många individer som lever på ett grönt tak varierar dock kraftigt. Detta beror på att inga två tak är exakt likadana och därför erbjuder olika habitat och resurser (Dunnett & Kingsbury, 2008). Artrikedomen beror bland annat på vilka växter och vilket växtsubstrat som finns, takets höjd (större biologisk mångfald närmare marken) och takets ålder (MacIvor & Ksiazek, 2015).

Flera olika forskningsstudier har inventerat evertebrater på gröna tak och flera hundratals olika arter har identifierats. MacIvor och Ksiazek (2015, s. 334-335) listar flertalet av dessa arbeten och menar att de ger bevis för att gröna tak kan bidra till biologisk mångfald och utgöra habitat för en mängd olika arter. Författaren lyfter dock fram att de fåtal rapporter där gröna tak jämförts med habitat på marken i samma område visar på att tak inte når upp till lika hög biologisk mångfald.

Haaland (2018) använde sig av time laps kameror för att observera insekter på nio tak i Malmö med syftet att öka kunskapen kring hur gröna tak bör anläggas för att gynna biologisk

mångfald. Därför gjordes en jämförelse mellan biotoptak och Sedumtak. Då biotoptak är artrikare sett till vegetationen arbetade författaren efter hypotesen att de skulle attrahera fler insekter än Sedumtaken. Totalt gjordes 3528 observationer av insekter där 63 % var humlor, 7 % bin, 3 % blomflugor och 26 % oidentifierade arter (Haaland, 2018). Undersökningens natur gjorde det inte möjligt att artbestämma mycket mer specifikt än så. Dessutom var det inte möjligt att veta vilka observationer som var på unika individer och hur många som är av samma. Överraskande nog gjordes 80 % av observationerna på Sedumtak och enbart 20 % på biotoptak vilket gick emot författarens arbetshypotes. Av alla växter som kamerorna var riktade mot var det *Phedimus* som var det mest attraktiva släktet, vilket kan bero på dess långa blomningstiden (ibid). Trots resultatet menar författaren att det är viktigt att variera gröna tak då ett biotoptak kan attrahera annan fauna än den som undersöktes i rapporten.

En överblick kring engelskspråkig forskning om gröna tak och biologisk mångfald går att finna i Williams, Lundholm och MacIvor (2014). De sökte efter projekt om gröna tak som relaterade kring deras påverkan på biologisk mångfald och testade projektens resultat mot sex egna hypoteser. De kunde enbart finna 23 relevanta empiriska studier som blivit referentgranskade. Av dessa 23 studier fanns det bara en, se: Braaker *et al.* (2014), som kunde kopplas till deras hypotes om konnektivitet i samband med gröna tak: "Green roofs can facilitate movement of organisms through urban landscapes" (Williams, Lundholm & Scott MacIvor, 2014, s. 1647) vilket studien stödde. Trots denna brist på forskning beskriver Williams, Lundholm och MacIvor (2014) ett antal gröna takprojekt som påstår sig öka konnektiviteten i städer. Författarna nämner bland annat Chicago City Hall (se figur 9) som ska fungera som ett stopp för migrerande fåglar och Vancouver Convention Centre vars tak är tänkt som en "stepping-stone" för fåglar och insekter till naturliga habitat runt staden.



Figur 9. Bild tagen på Chicago City Hall vars tak är tänkt att fungera som stopp för flyttfåglar. Foto: TonyTheTiger.

Studien som nämns ovan som utfördes av Braaker *et al.* (2014) undersökte variationen bland fyra olika typer av leddjur (Carabidae, Araneae, Curculionidae, och Apidae) med varierande rörelseförmåga på 40 gröna tak och 40 extensivt skötta grönområden på marken i Zürich, Schweiz. Via statistiska undersökningar kunde författarna bland annat besvara frågor rörande konnektivitet och dess betydelse för kompositionen på artsamhällen på gröna tak. Studien visar att artsammansättningen av djur med hög rörelseförmåga (exempelvis bin) på gröna tak främst formas av konnektiviteten medan samhällen med mindre mobila arter (såsom spindlar) är mer beroende av lokala miljöfaktorer. Dessa samband visade sig även gälla för grönområden på marknivå men inte lika starkt som för gröna tak. Braaker *et al.* (2014) menar att betydelsen av konnektivitet mellan habitaterna för arter med hög mobilitet tyder på att gröna tak är starkt sammankopplade för dem medan arter med låg mobilitet är starkare sammankopplade med omgivande markhabitat.

2.3 INSATSER FÖR ATT FRÄMJA BIOLOGISK MÅNGFALD

Till skillnad från vissa andra ekosystemstjänster som gröna tak bidrar till är utformningen helt avgörande för vad taken kan bidra med när det gäller biologisk mångfald. I

Grönatakhandboken av Pettersson Skog *et al.* (2017) beskrivs ett antal åtgärder för att främja

den biologiska mångfalden på gröna tak. Enligt författarna är det möjligt att uppnå en högre biologisk mångfald i ett tjockare substratdjup vilket tillsammans med substratblandningen är de främsta verktygen som styr vilken vegetation som är möjlig. Under 100 mm är det främst suckulenter, exempelvis *Sedum* och *Phedimus*, som trivs men över den tjockleken ökar urvalet kraftigt. Även om gröna tak aldrig helt kan ersätta de värden som naturliga markhabitat har så kan de stå för en betydande ekologisk kompensation menar Persson och Smith (2014). Ekologisk kompensation är ett försök att gottgöra för det som går förlorat vid människans framfart och ersätta miljövärden och biologiska funktioner. Vid ekologisk kompensation bör taken främst försöka efterlikna vad som fanns på platsen tidigare.

Pettersson Skog *et al.* (2017) menar att när biotoprekommendationer föreskrivs så är det ofta för att främja den biologiska mångfalden. De kan exempelvis likna strandängar, hedmarker och ruderalmark med ett substratdjup på 80-200 mm vilket ger dem en extensiv skötsel. För att skapa förutsättningar för så hög biologisk mångfald som möjligt bör ett grönt tak enligt författarna likna näringsfattiga miljöer (se exempel ovan), då risken för att konkurrenskraftiga växter tar över då minskar. Vidare menar Persson och Smith (2014) att gröna taks förmåga att rymma biologisk mångfald ökar ytterligare då substratet varierar mot bitvis tunnare och bitvis tjockare djup, för att skapa en heterogen struktur med olika mikroklimat för annan flora och fauna. Dessutom kan varierande substratblandning och inslag av större kornstorlekar gynna olika typer av växtstrategier. Den heterogena strukturen kan även skapas av element som exempelvis stenrösen och stockar: där den sistnämnda dessutom kan fungera som habitat för insekter och som föda. *Grönatakhandboken* föreskriver även att dött växtmaterial bör tas bort för att förhindra att förmultning och humusbildning sker på taket för att på så sätt hålla näringsinnehållet nere. Dessutom är det viktigt att ta bort oönskat växtmaterial och då speciellt invasiva arter som annars hotar att ta över.

Specifika faunastödjande funktioner som kan finnas på gröna tak är bland annat skydd, bosubstrat och föda, vars utformning varierar beroende på vilken typ av fauna som premieras. Det kan röra sig om strukturella element som stenar och död ved, högar med substrat/sand, insektholkar, högväxande vegetation, våta marker och grunda varma ytor med sten och singel (Pettersson Skog *et al.*, 2017).

I fallet gröna väggar ligger fokus oftare på dess estetik än vilka ekologiska värden de skulle kunna ha. Tyvärr finns inget liknande arbete kring hur gröna väggar ska konstrueras för att gynna biologisk mångfald men det är möjligt att vissa grundprinciper från *Grönatakhandboken* kan appliceras även här. Levande väggar med modulsystem skulle

exempelvis också kunna ha varierande substratdjup och substratblandning samtidigt som strukturella element och faunastödjande åtgärder (bland annat insektsholkar) skulle kunna uppta delar av väggen för att på så vis skapa en heterogen struktur. Dessutom är det så att gröna väggar i sig själv har vissa positiva aspekter som gröna tak saknar; det finns möjlighet för markkontakt för att på så vis länka samman med andra markhabitat och de är till sin natur en näringsfattig och stressad miljö. En konkret aspekt med stöd från forskning att ha i åtanke vid konstruktion av gröna väggar är att vintergröna växter (exempelvis *Hedera helix*) är bättre på att attrahera fåglar än lövfällande vegetation under vinterhalvåret (Dover, 2015).

3 DISKUSSION

Vi människor tar mer och mer mark i anspråk så att våra städer och infrastruktur kan fortsätta att expandera, vilket förstör och fragmenterar naturliga habitat (Persson & Smith, 2014). I denna uppsats undersöks gröna väggars och taks möjligheter att bidra till ökad konnektivitet för att kompensera bortfallet i biologisk mångfald. Det finns både positiva och negativa lärdomar att dra från studien. Då gröna väggar och tak ställs i jämförelse mot dess traditionella, nakna, motsvarigheter syns en enorm potential. Tillsammans utgör de väldiga arealer som skulle kunna fungera som habitat eller del av en korridor istället för en ogästvänlig matrix. Trots denna hoppfullhet framgår det i litteraturstudien att gröna tak och väggar aldrig kommer kunna ersätta naturliga habitat och att grönområden på marken visar sig rymma större biologisk mångfald (MacIvor & Ksiazek, 2015). Gröna tak och väggar har många förtjänster, inte bara för biologisk mångfald, men kommer aldrig fullt ut kunna kompensera för det som går förlorat när naturliga markhabitat bebyggs (Dover, 2015). I litteraturstudien framgår forskning om fåglar på gröna tak som återkom år efter år trots att deras ungar inte överlevde till vuxen ålder (Baumann, 2006). På samma vis som djur och växter kan låta sig luras av dessa konstgjorda gröna miljöer finns det en risk att även vi människor lockas av de fördelar som de kan ge men som tyvärr inte fullt ut kan ersätta naturliga habitat. Ytterligare expansion av våra städer och den förlust av habitat som det leder till kommer ha en negativ påverkan på den biologiska mångfalden även om gröna lösningar kan mildra effekterna.

Forskningen ger främst stöd för hur gröna tak och väggar kan fungera som habitat, vilket de gör både för fåglar och evertetrater. Studien visar bland annat på att:

- Gröna väggar lockar till sig fler fåglar än väggar som saknar vegetation (Dover, 2015).
- Gröna väggar har mycket att erbjuda evertetrater och lockar bland annat till sig olika arter av honungsbin, humlor, getingar, blomflugor, rovflugor, spindlar och skalbaggar (Dover, 2015; Jacobs *et al.*, 2010).
- Fåglar använder gröna tak som häckningsplats samt återkommer år efter år även då deras ungar dör i brist på tillräckliga resurser (Baumann, 2006).
- Insekter är vanliga på gröna tak och det har påträffats hundratals arter (MacIvor & Ksiazek, 2015).

Dessvärre finns det mindre forskning kring hur de fungerar som korridor och påverkar konnektiviteten. Från sina resultat drar dock Braaker *et al.* (2014) den hoppfulla slutsatsen att gröna tak kan öka konnektiviteten mellan grönområden vilket i fortsättningen även kommer hjälpa arter med lägre mobilitet. Det är dessutom viktigt att minnas att gröna korridorer inte är det enda sättet för att uppnå en ökad konnektivitet, vilket beskrivs i figur 2. Detta kan även uppnås genom att skapa en genomsläppligare matrix och/eller tillföra fler habitat (Persson & Smith, 2014). Gröna väggar och tak gör just detta så länge vi tittar på en befintlig urban miljö där konventionella tak och väggar byts ut. Matrixens andel av staden minskar och ersätts istället av möjliga habitat vilka dessutom skulle kunna förbättra den omgivande matrixen. Det filter som Persson och Smith (2014) menar att en stad utgör för vissa arter skulle därmed kunna bli genomsläppligare så att städer mer och mer skulle kunna likna sin omgivning istället för andra städer.

Även om det inte finns mycket litteratur som direkt behandlar gröna taks och väggars möjlighet att verka som gröna korridorer går det alltså att dra vissa intressanta slutledningar. Kärnan och syftet med en grön korridor är att knyta samman fragmenterade habitat, det vill säga skapa konnektivitet. Det finns inte mycket i forskningen som förklarar hur denna rörelse går till men enbart att det finns så många olika arter att upptäcka på gröna tak och väggar visar på dess potential och vi har i föregående stycke tittat på hur ett tillskott av habitat är ett sätt att öka konnektiviteten i sig själv.

Studien har även visat att takens utförande och typ av vegetation är viktiga aspekter för vilken fauna gröna tak kan attrahera. Detta är mindre underbyggt för gröna väggar men liknande tendenser visar sig även där (exempelvis skillnaden mellan lövfällande och vintergröna växter

för förekomsten av fåglar på vintern). För att främja mångfald bland floran föreskrivs relativt näringsfattiga miljöer och avlägsnandet av dött organiskt material för att på så vis undvika att ett fåtal konkurrenskraftiga växter tar över (Pettersson Skog *et al.*, 2017). Fauna kan främjas genom att skapa heterogena miljöer där variation i strukturella element, kornstorlekar och substratdjup kan erbjuda fler nischer och resurser (ibid). Hur designen och konstruktionen ser ut är alltså oerhört viktiga aspekter för vad dessa miljöer kan erbjuda biologisk mångfald. Dessvärre verkar det inte finnas någon enkel metod för hur detta ska gå till och vissa av resultaten från studien pekar på att det finns motsättningar. Den arbetshypotes som Haaland (2018) arbetade efter, där biotoptak antogs attrahera fler insekter än sedumtak, visade sig inte stämma. Vidare kan insatser för att gynna biologisk mångfald bland floran, som avlägsnandet av dött organiskt material, vara motsatsen till vad som gynnar faunan (som i fallet där organiskt material tillfördes för att ge mer föda åt fåglar (Baumann & Kasten, 2010)). Detta visar på vikten av kunskap hos de som konstruerar gröna tak och väggar samt att målbilden måste vara uttalat specifik.

Något som inte dykt upp i litteraturen men som hade varit intressant att studera är hur gröna väggar och tak skulle kunna kombineras och interagera med varandra. De har båda för- och nackdelar där en kombination av dem skulle kunna ha positiva aspekter. Tak saknar markkontakt samtidigt som dess höjd är ett hinder för vissa arter. En grön vägg skulle kunna motverka dessa aspekter genom att förbinda taket med marken samt skapa en lämpligare miljö för förflyttningar mellan tak-mark (det vill säga bilda en grön korridor). Taket skulle i sin tur kunna erbjuda fler typer av nischer och en mindre utsatt miljö än de väggarna kan rymma. På så vis skulle det vara möjligt att skapa mer enhetliga och mindre fragmenterade korridorer genom våra städer. Ytterligare en fördel av att föra dessa system närmare varandra (inte enbart fysiskt) är ett tänkbart idéutbyte. De tankar kring biologisk mångfald som går att finna i litteraturen om gröna tak (exempelvis biotoptak) saknas för gröna väggar. Det hade varit intressant att applicera liknande idéer även här och möjligen lansera biotopväggar och därmed flytta fokus från det estetiska mot det ekologiska.

3.1 METODDISKUSSION

Beslutet att utföra en litteraturstudie för att besvara just dessa frågeställningar var mer eller mindre givet då omfattningen på arbetet inte tillät mer riktad forskning i fält. Tyvärr finns det i skrivande stund inte mycket forskning som direkt kan besvara frågeställningen rörande gröna väggar och tak som gröna korridorer vilket har försvårat arbetet och möjligen lagt uppsatsen på en något mer generell nivå. De tecken som dock finns, kombinerat med det stora

intresset för både gröna väggar och tak gör ytterligare forskning på området väldigt välkommen och relevant.

Denna uppsats avgränsade sig till att främst undersöka fauna på gröna tak och väggar och så här i efterhand hade det varit intressant om uppsatsen lagt något större vikt vid flora och tagit upp aspekter kring inhemsk flora. Även om de resonemang kring flora som förs i avsnittet *1.3. Avgränsning* stämmer hade det varit relevant att undersöka djupare hur olik flora lockar olika arter av fauna för att på så vis ge stöd i framtida projekteringar av gröna tak och väggar.

3.2 SLUTSATSER

I denna uppsats undersöks hur gröna tak och väggar kan främja biologisk mångfald genom att verka som gröna korridorer. De gröna tak och väggar som nämns i litteraturstudien visar tecken på att de kan fungera som habitat och därmed öka konnektiviteten. Förhoppningsvis kommer designen att utvecklas i framtiden samt integreras i större koncept kring konnektivitet i urbana miljöer vilket skulle kunna stärka deras förmåga att fungera som habitat och/eller grön korridor.

Uppsatsen har även lyft fram observationer av fåglar och insekter på gröna väggar/tak samt undersökt hur utformningen av dessa miljöer kan förbättras för att främja biologisk mångfald. Även komplexiteten i att utforma dessa miljöer samt betydelsen av specifika mål och krav framhävs.

Vidare har det under arbetets gång visat sig att det behövs mer undersökning kring gröna tak och väggar och dess förmåga att skapa konnektivitet eftersom mycket är outforskat. Då våra städer och infrastruktur fortsätter växa är det viktigt att på något vis motverka den förlust av biologisk mångfald de medför, vilket hotar de ekosystem vi är i så starkt behov av.

4 KÄLLOR

- Akbari, H., Rose, L.S. & Taha, H. (2003). Analyzing the land cover of an urban environment using high-resolution orthophotos. *Landscape and urban planning*, 63(1), ss. 1-14.
- Baumann, N. (2006). Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: preliminary observations. *Urban habitats*, 4(1), ss. 37-50.
- Baumann, N. & Kasten, F. (2010). Green roofs-urban habitats for ground-nesting birds and plants. *Urban Biodiversity and Design*, 7, ss. 348-363.
- Braaker, S., Ghazoul, J., Obrist, M. & Moretti, M. (2014). Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. *Ecology*, 95(4), ss. 1010-1021.
- Brenneisen, S. (2006). Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban habitats*, 4.
- Chiquet, C., Dover, J.W. & Mitchell, P. (2013). Birds and the urban environment: the value of green walls. *Urban Ecosystems*, 16(3), ss. 453-462.
- Dover, J.W. (2015). *Green infrastructure: Incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environments*. New York: Routledge.
- Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Portland, OR: Timber press.
- Grant, G., Engleback, L., Nicholson, B., Gedge, D., Frith, M. & Harvey, P. (2003). Green roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. *English Nature Research Reports*, 498, ss. 9-59.
- Haaland, C. (2018). *Insekter på gröna tak - Ett experiment med time lapse kameror*: Movium Partnerskap.
- Hilty, J.A., Lidicker Jr, W.Z. & Merenlender, A. (2012). *Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation*. Washington, DC: Island Press.
- Jacobs, J.H., Clark, S.J., Denholm, I., Goulson, D., Stoate, C. & Osborne, J.L. (2010). Pollinator effectiveness and fruit set in common ivy, *Hedera helix* (Araliaceae). *Arthropod-Plant Interactions*, 4(1), ss. 19-28.
- Köhler, M. (2008). Green facades—a view back and some visions. *Urban Ecosystems*, 11(4), ss. 423-436.

Liptan, T. & Strecker, E. Ecoroofs (Greenroofs)—A more sustainable infrastructure. I: Minamyer, S. (red.) *Handlingar från National Conference on Urban Stormwater: Enhancing Programs at the Local Level*, Chicago 2003.

MacIvor, J.S. & Ksiazek, K. (2015). Invertebrates on green roofs. I: Sutton, R.K. (red.) *Green roof ecosystems* Springer, ss. 333-355.

Magill, J.D., Midden, K., Groninger, J. & Therrell, M. (2011). A history and definition of green roof technology with recommendations for future research. *Research Papers*, Paper 91.

Malmö Stad (2001). *Grönplan för Malmö 2003*: Malmö: Malmö Stad.

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K.K. & Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience*, 57(10), ss. 823-833.

Peck, S.W., Callaghan, C., Kuhn, M.E. & Bass, B. (1999). *Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada*: Canada Mortgage and Housing Corporation.

Persson, A.S. & Smith, H.G. (2014). *Biologisk mångfald i urbana miljöer - förutsättningar, fördelar och förvaltning*. (CEC Syntes Nr 02. Lunds universitet: Centrum för miljö-och klimatforskning.

Pettersson Skog, A., Jonatan, M., Emilsson, T., Jägerhök, T. & Capener, C.-M. (2017). *Grönataktboken: Växtbädd och vegetation*: Vinnova.

Savard, J.-P.L., Clergeau, P. & Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and urban planning*, 48(3-4), ss. 131-142.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Cities and biodiversity outlook*. Montreal.

Sutton, R.K. (2015). Introduction to green roof ecosystems. I: Sutton, R.K. (red.) *Green Roof Ecosystems* Springer, ss. 1-25.

Williams, N.S., Lundholm, J. & MacIvor, J.S. (2014). Do green roofs help urban biodiversity conservation? *Journal of Applied Ecology*, 51(6), ss. 1643-1649.

5 FIGURFÖRTECKNING

Om inte annat anges i figurförteckning tillhör figurerna författaren.

Figur 1. Wildlife overpass in Singapore av Benjamin P. Y-H. Lee (CC BY 4.0). Hämtad: 2019-01-07 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wildlife_overpass_in_Singapore.jpeg

Figur 4. Green Wall Kalikavu av Kokul Jose (CC BY-SA 4.0). Hämtad: 2019-01-07 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Green_Wall_Kalikavu.jpg

Figur 5. Green Wall Sentier Claye-Souilly 23 av Manuguf (CC BY-SA 3.0). Hämtad: 2019-01-07 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Green_Wall_Sentier_Claye-Souilly_23.jpg

Figur 7. Shed with green roof at Lyngen fjord, 2012 June av Simo Räsänen (CC BY-SA 3.0). Hämtad: 2019-01-07 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shed_with_green_roof_at_Lyngen_fjord,_2012_June.jpg

Figur 8. Construction sample of a green roof system av thingermejig (CC BY-SA 2.0). Hämtad: 2019-01-07 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Construction_sample_of_a_green_roof_system.jpg

Figur 9. 20080708 Chicago City Hall Green Roof av TonyTheTiger (CC BY-SA 3.0). Hämtad: 2019-01-07 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20080708_Chicago_City_Hall_Green_Roof.JPG